

PENGERINGAN WORTEL (*Daucus carota*) SECARA DEHIDRASI OSMOSIS

Danang Jaya, Faizah Hadi, Diah Kusumasari A. dan Erni Riswardani
Program Studi Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl, SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
e-mail : danangjay@yahoo.co.id

Abstrak

Pengeringan adalah suatu cara untuk mengurangi kandungan air dari suatu bahan, sehingga menjadi awet. pada penelitian ini teknik pengeringan diterapkan pada sayuran. Pengeringan biasanya dilakukan pada suhu tinggi, tetapi untuk bahan makanan seperti sayuran, pengeringan dilakukan pada suhu rendah supaya tidak rusak. Untuk itu perlu dikembangkan pengeringan dengan suhu rendah, salah satunya adalah Dehidrasi Osmosis.

Wortel dengan berat dan ukuran tertentu direndam dalam larutan garam dengan konsentrasi yang bervariasi 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan pada suhu yang bervariasi 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C selama waktu tertentu, kemudian diambil dan dicuci dengan cepat dengan air dan dikeringkan menggunakan kertas saring. Wortel ditimbang untuk mengetahui berat air yang teruapkan. Untuk mengetahui kadar air setelah perendaman dalam larutan garam, wortel dimasukan ke dalam oven (pada suhu tetap 100°C) sampai diperoleh berat konstan. Hasil optimum yang telah didapatkan dari larutan garam kemudian diujikan ke larutan gula untuk membandingkan fluks permeasi (N_{wm})-nya.

Semakin tinggi suhu dan lama waktu osmosis maka air yang berpindah ke larutan garam semakin banyak, sehingga pengurangan berat bahan per berat kering semakin besar. Kondisi yang relatif baik di dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi 35%, waktu 90 menit, dan suhu 80°C, dengan pengurangan berat bahan per berat kering paling besar yaitu 0,4772 gr/gr kering dan kadar air yaitu 18,1814%, serta Nilai fluks permeasi (N_{wm}) sebesar 4,7942 gmol/j.cm². Pada kondisi yang sama untuk larutan gula Nilai fluks permeasi (N_{wm}) sebesar 11,1110 gmol/j.cm². Vitamin A yang terbaik berada pada suhu 30°C, konsentrasi garam 35%, dan waktu osmosis 90 menit sebesar 82.983,0331 Mikrogr/100 gr.

Kata kunci: Pengeringan, Dehidrasi Osmosis, bahan makanan

1. PENDAHULUAN

Mengingat sifat alamiah dari sayuran yang mudah busuk dan rusak, maka untuk memperpanjang masa simpannya, salah satunya mengurangi kadar airnya dengan pengeringan. Wortel (*Daucus carota*) adalah tumbuhan jenis sayuran umbi yang biasanya berwarna jingga dengan tekstur serupa kayu. Pengeringan dapat digunakan untuk mengawetkan sayuran, seperti wortel (Widayati, 1997).

Pengeringan merupakan usaha untuk mengurangi kadar air dari suatu bahan sampai pada batas tertentu. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk menghambat aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme (bakteri dan jamur) serta aktivitas enzim yang dapat menyebabkan kerusakan bahan. Pengeringan dengan suhu rendah, selain *vacuum dryer* dan *freeze drying*, adalah Dehidrasi Osmosis yang merupakan pengeringan dengan proses osmosis, masih belum banyak dikenal (Tri Susanto dan Budi, 1994).

Pengeringan secara osmosis digunakan mengambil air dari bahan dengan menggunakan larutan osmosis yang berkonsentrasi tinggi, dimana diantara keduanya terdapat membran semipermeabel. Sifat membran semipermeabel yang hanya dapat dilewati air dan senyawa dengan berat molekul kecil, maka *solute* yang mendifusi melalui membran sangat lambat dan sedikit, sehingga perpindahan massa yang utama adalah perpindahan massa air dari dalam buah ke larutan yang berkonsentrasi tinggi.

Dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional, dehidrasi osmosis memiliki beberapa kelebihan diantaranya kerusakan tekstur, rasa dan nilai gizi yang minimal, tidak terjadi *enzymatic browning*, biaya alat dan biaya proses rendah dan hemat energi. Adapun kendala utamanya adalah residu solut (garam atau gula) pada bahan pangan yang dapat mengganggu rasa asli bahan tersebut (Yang dan Maguer, 1992).

Proses osmosis dapat digolongkan dalam proses perpindahan massa, karena banyak kelebihan dalam metode ini, maka perlu ditinjau dan dipelajari lebih lanjut mengenai mekanisme perpindahan massa yang terjadi. Penelitian ini hanya meninjau air pada wortel yang teruapkan setelah melalui proses osmosis.

Pada penelitian ini ditentukan fluks permeasi pelarut (N_{wm}) pada pengeringan wortel secara osmosis, serta mencari kondisi optimum, dengan variabel suhu, waktu dan konsentrasi osmosis menggunakan larutan

garam. Pada kondisi yang terbaik dilakukan pula pada larutan gula untuk mengetahui hasil terbaik dari percobaan.

Pengeringan dengan Osmosis

Osmosis adalah suatu proses perpindahan massa dari *liquid substances* secara spontan melalui membran *semipermeable*. Dalam sistem osmosis, dikenal larutan hipertonik (larutan yang mempunyai konsentrasi terlarut tinggi), dan larutan hipotonik (larutan dengan konsentrasi terlarut rendah), dan larutan isotonik (dua larutan yang mempunyai konsentrasi terlarut sama). Jika terdapat dua larutan yang tidak sama konsentrasinya, maka molekul air akan melewati membran sampai kedua larutan seimbang. Dalam proses osmosis, pada larutan hipertonik, sebagian besar molekul air terikat (tertarik) ke molekul garam (terlarut), sehingga hanya sedikit molekul air yang bebas dan bisa melewati membran. Pada larutan hipotonik, memiliki lebih banyak molekul air yang bebas (tidak terikat oleh molekul terlarut), sehingga lebih banyak molekul air yang melewati membran. Oleh sebab itu, dalam osmosis aliran *netto* molekul air adalah dari larutan hipotonik ke hipertonik. (Ponting et al., 1996).

Perpindahan massa air melalui *membrane semipermeable* dapat berlangsung karena adanya beda potensial kimia antara kedua larutan tersebut, dimana potensial air di larutan lebih tinggi dari pada potensial kimia air di larutan yang konsentrasinya tinggi. Potensial kimia disini sering disebut tekanan osmosis (Cheryan & Nichols, 1992).

Pengeringan secara osmosis dapat diterapkan pada sayuran dan buah-buahan, karena sel-sel alami penyusun sayurandan buah-buahan merupakan membran *semipermeable*. Potensial kimia tergantung pada konsentrasi larutan osmosis, suhu dan tekanan. Semakin tinggi konsentrasi *solute* maka semakin rendah potensial kimia *solven*.

Dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional, dehidrasi osmosis memiliki beberapa kelebihan diantaranya kerusakan tekstur, rasa dan nilai gizi yang minimal, tidak terjadi *enzymatic browning*, biaya alat dan biaya proses rendah dan hemat energi. Adapun kendala utamanya adalah residu solut (garam atau gula) pada bahan pangan yang dapat mengganggu rasa asli bahan tersebut (Yang dan Maguer, 1992).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan secara osmosis antara lain : Jenis *osmotic agent*, Konsentrasi garam, Suhu, Pengadukan, Waktu.

Pengeringan dengan cara osmosis ini merupakan *partial dehydration* (air berkurang 50%). Untuk mendapatkan sayuran yang lebih kering dapat dilanjutkan dengan proses lain, yaitu : *dehydrofreezing*, *air drying* dan *vacuum drying*. (Ponting et al, 1996)

2. LANDASAN TEORI

Proses pengeringan dengan osmosis merupakan fenomena transfer massa yang unik dan belum banyak dipelajari. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan telah disusun beberapa model matematis khusus yang dapat mewakili peristiwa transfer massa yang terjadi. Pada penyusunan model matematis tersebut didasarkan atas asumsi bahwa dalam proses osmosis tidak ada *solute* pada larutan yang masuk ke dalam sel pada bahan. Sebenarnya pada proses osmosis selain terjadi transfer massa dari bahan ke larutan, juga terjadi transfer massa *solute* dari larutan osmosis ke bahan.

Pada proses osmosis, aliran *solven* melintas *membran* ditentukan oleh beda tekanan sistem dan beda konsentrasi *soluter* yang dinyatakan sebagai beda tekanan osmosis ($\Delta\pi$). Bila tidak ada tekanan hidrostatik, aliran *solven* melintasi *membrane* sepenuhnya tergantung beda tekanan osmotiknya dan tidak dipengaruhi oleh jenis membrannya. Sebenarnya pada proses osmosis selain terjadi transfer massa dari bahan ke larutan, juga terjadi transfer massa *solute* dari larutan osmosis ke bahan (Jayaraman dan Das Gupta, 1992).

Transfer Massa Air di Irisan Wortel

Jika membran sel dianggap homogen, maka fluks permeasi pelarut (dalam hal ini air) melintasi *membrane* akibat beda tekanan osmosis sebagai berikut:

$$N_{wm} = - \left(\frac{P_w}{L_m} \right) (\Delta\pi) \dots\dots\dots(1)$$

Untuk larutan yang bisa dianggap ideal beda tekanan osmosis bisa dinyatakan dengan persamaan Van'tHoff : (Perry dan Green, 1984)

$$(\Delta\pi) = (C_{s1} - C_{s2}) RT \dots\dots\dots(2)$$

Dan dengan mengabaikan konsentrasi cairan dalam sel irisan bahan ($C_{s1} \rightarrow 0$) diperoleh persamaan :

$$(\Delta\pi) = - C_{s2} RT \dots\dots\dots(3)$$

Jika $\Delta\pi$ disubstitusikan ke persamaan permeasi air diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$N_{wm} = \frac{P_w}{L_m} C_{s2} RT \dots\dots\dots(4)$$

Neraca massa air :

Kecepatan massa air masuk ke slab – kecepatan massa air keluar slab = kecepatan akumulasi

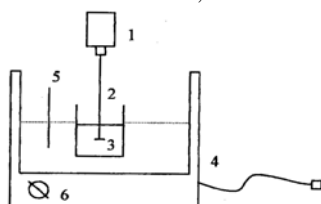
$$0 - N_{wm} \cdot A = M_{kering} \frac{dX_a}{dt} \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{dX_a}{dt} = \frac{-\left(\frac{P_w}{L_m}\right)RT \cdot A \cdot C_{s2}}{M_{kering}} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan menyelesaikan persamaan (6) akan diperoleh nilai kadar air sebagai fungsi waktu. Persamaan (6) diselesaikan dengan menggunakan metode integrasi numerik. Dengan bantuan program komputer yaitu golden section maka harga P_w/L_m optimum dapat dicari dengan cara coba-coba, sehingga diperoleh nilai fluks permeasi (N_{wm}) dapat dihitung. (Perry dan Green, 1984)

3. METODOLOGI

Wortel Mantes yang digunakan diperoleh dari pasar Lempuyangan Yogyakarta, setelah dianalisa memiliki kadar air sebesar 91,56% dan Vitamin A sebesar 157432,6104 mikrogr/100 gr.



Keterangan Gambar : 1. Motor pengaduk, 2. Pengaduk, 3. Gelas beker, 4. Water bath,
5. Termometer, 6. Pengatur suhu

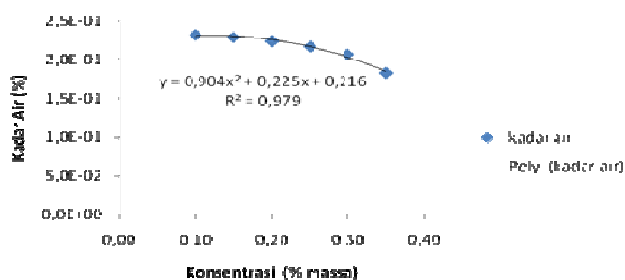
Gambar 1. Rangkaian Alat Osmosis

Wortel dengan berat dan ukuran tertentu direndam dalam larutan garam dengan konsentrasi yang bervariasi 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan pada suhu yang bervariasi 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C selama waktu tertentu, kemudian dicuci dengan cepat dengan air dan dikeringkan menggunakan kertas saring. Wortel ditimbang untuk mengetahui berat air yang teruapkan. Untuk mengetahui kadar air setelah perendaman dalam larutan garam, wortel dimasukkan ke dalam oven (pada suhu tetap 100°C) sampai diperoleh berat konstan. Hasil optimum yang telah didapatkan dari larutan garam kemudian diujikan ke larutan gula untuk membandingkan fluks permeasi (N_{wm})-nya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh konsentrasi larutan garam terhadap kadar air dalam bahan

Berat bahan = 2,404 gram, Volume aquadest = 100 ml, Suhu = 80°C, Waktu = 90 menit



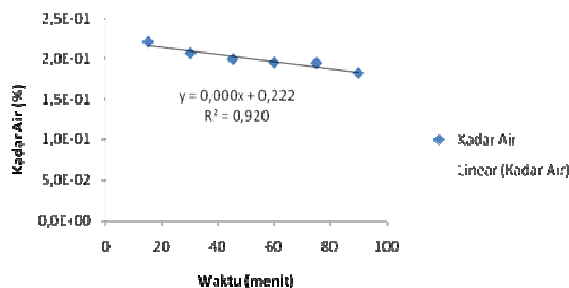
Gambar 2. Hubungan antara kadar air (%) pada berbagai konsentrasi larutan garam

Dari gambar 2 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi larutan garam yang dipakai dalam proses osmosis, pada waktu tertentu, maka kadar air bahan semakin kecil. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan osmosis antara bahan dengan larutan garam. Perbedaan tekanan osmosis menyebabkan jumlah air yang berpindah dari bahan ke larutan garam semakin banyak sehingga pengurangan berat per berat kering semakin

besar. Dari gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi optimum pada larutan garam sebesar 35% dengan kadar air sebesar 18,1814%.

2. Pengaruh waktu osmosis terhadap kadar air dalam bahan

Berat bahan = $\pm 2,4040$ gram, Volume aquadest = 100 ml, Suhu = 80°C , Konsentrasi = 35 %

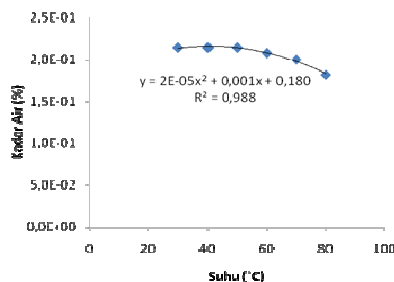


Gambar 3. Hubungan antara kadar air (%) pada berbagai waktu osmosis

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu osmosis pada suhu tertentu maka pengurangan berat bahan per berat kering semakin besar. Hal ini karena dengan semakin lama waktu kontak antara bahan dengan larutan osmosis menyebabkan jumlah air yang keluar dari bahan ke larutan garam semakin besar, sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil. Dari gambar 3 menunjukkan waktu optimum pada 90 menit.

3. Pengaruh suhu percobaan terhadap kadar air dalam bahan

Berat bahan = $\pm 2,4040$ gram, Volume aquadest = 100 ml, Konsentrasi = 35 % massa, Waktu = 90 menit

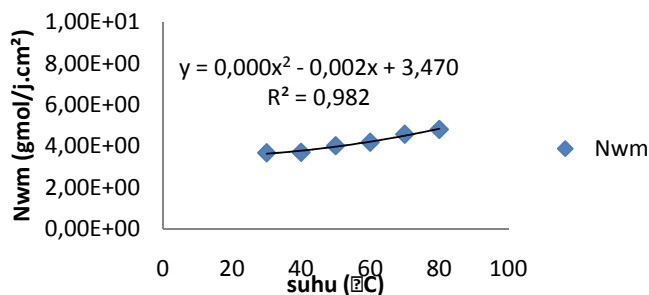


Gambar 4. Hubungan antara kadar air (%) pada berbagai suhu

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar suhu osmosis pada waktu tertentu maka pengurangan berat bahan semakin besar, sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil. Hal ini terjadi karena pori-pori di permukaan wortel yang dalam hal ini berfungsi sebagai membran semipermeabel membuka semakin banyak, sehingga jumlah air yang keluar dari permukaan bahan menuju ke larutan osmosis semakin banyak. Dari gambar 4 menunjukkan bahwa suhu optimum pada 80°C .

4. Pengaruh suhu percobaan terhadap nilai fluks permeasi (Nwm)

Berat bahan = $\pm 2,4040$ gram, Volume aquadest = 100 ml, Konsentrasi garam = 35 % massa, Waktu = 90 menit

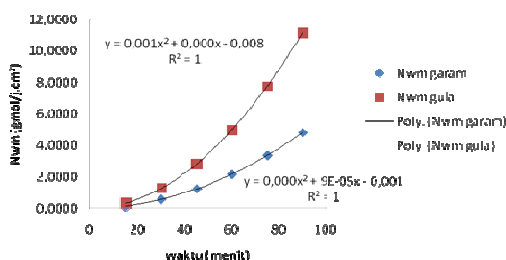


Gambar 5. Nilai fluks permeasi (Nwm) pada berbagai suhu

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar suhu osmosis maka nilai fluks permeasi (N_{wm}) semakin besar. Hal ini terjadi karena pori-pori wortel yang dalam hal ini berfungsi sebagai membran semipermeabel membuka semakin besar, menyebabkan jumlah air yang keluar dari permukaan bahan menuju ke larutan osmosis semakin banyak, sehingga menaikkan nilai fluks permeasi (N_{wm}). Nilai fluks permeasi (N_{wm}) optimum pada suhu osmosis 80 °C sebesar 4.7942 gmol/j.cm²

5. Perbandingan fluks permeasi (N_{wm}) larutan garam dan larutan gula

Berat bahan = 2,4040 gram, Volume aquadest = 100 ml, Suhu = 80°C, Konsentrasi Garam = 35 %, Konsentrasi Gula = 35 %



Gambar 6. Nilai fluks permeasi (N_{wm}) pada berbagai Waktu

Dari gambar 6 terlihat bahwa, semakin lama waktu osmosis maka fluks permeasi (N_{wm}) semakin besar. Hal ini disebabkan semakin lama waktu osmosis menyebabkan jumlah air yang keluar dari bahan ke larutan garam semakin besar, sehingga menaikkan nilai fluks permeasi. Dari kecenderungan yang ada dapat dipelajari bahwa kenaikan fluks permeasi pelarut bertambah seiring dengan bertambahnya waktu osmosis.

4. KESIMPULAN

1. Kondisi relatif baik di dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi 35%, waktu 90 menit, dan suhu 80°C, dengan pengurangan berat bahan per berat kering paling besar yaitu 0,4772 gr/gr kering dan kadar air paling kecil yaitu 18,1814%.
2. Nilai fluks permeasi (N_{wm}) paling optimum sebesar 4,7942 gmol/j.cm² pada suhu 80 °C.
3. Nilai fluks permeasi (N_{wm}) untuk larutan garam paling optimum sebesar 4,7942 gmol/j.cm² dan larutan gula sebesar 11,1110 gmol/j.cm² pada suhu 80 °C.

DAFTAR LAMBANG

A	= luas permukaan padatan yang kontak dengan media pengering, cm ²
C _{s1}	= konsentrasi solut dalam sel irisan bahan, gmol/cm ³
C _{s2}	= konsentrasi solut dalam larutan osmosis, gmol/cm ³
M ₀	= berat pisang sebelum di osmosis, gram
M _k	= berat pisang setelah di osmosis, gram
N _{wm}	= fluks permeasi pelarut, gmol/(j.cm ²)
R	= konstanta gas universal, cm ³ atm/gmol K
t	= waktu pengeringan, jam
T	= suhu absolut sistem, K
X _a	= kadar air dalam bahan yang dikeringkan, g air/g bahan basah
Δπ	= beda tekanan osmotik, atm
$\left(\frac{P_w}{L_m}\right)$	= permeabilitas per satuan luas, g mol/j.cm ² .atm
W _a	= pengurangan berat (gr/gr kering)



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1991, "Daftar Komposisi Bahan Makanan", Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan R.I., Bharata, Jakarta.
- Anonymous, 1997, "Kumpulan Kliping Wortel", Trubus, Jakarta.
- Cheryan, M. and Nichols, D.J., "Modelling of Membran Processes", pp.52-56 Elsevier Science Publisher, Ltd., London, 1992.
- Jayaraman, K.S., & Das Gupta, D.K., 1992, "Dehydration of fruits and vegetables: recent developments in principles and techniques", *Drying Technol.*, 10(1), 1-50.
- Lazarides, H.N., Katsinidis, E., and Nickolaidis, A., 1995, "Mass Transfer Kinetics during Osmotic Aiming at Minimal Solid Uptake", *J.Food Eng.*, 25, 151-166.
- Perry, J.H., and Green, 1984, "Chemical Engineer's Handbook", 6th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ponting, J.D., Watters, G.G., Forrey, R.R., and Stanley, W.L., "Osmotic Dehydration of Fruits", *Food Technology*, 20, 125-128, 1996.
- Rukmana, 1995, "Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian", Makalah Seminar, Bogor.
- Rukmana, 1997, "Bertanam Wortel", Kanisius, Yogyakarta
- Widayati Eti Novari, 1997, "Penanganan dan Pengolahan Sayuran Segar" cetakan pertama, PT. Penebar Swadaya, Bogor.
- Yang, D.C. and Maguer, M.L., 1992, "Mass Transfer Kinetics of Osmotic Dehydration of Mushrooms", *J.Food Processing & Preservation*, 16, 215-230.